

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-037572

(43)Date of publication of application : 07.02.1997

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

(21)Application number : 07-181372

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 18.07.1995

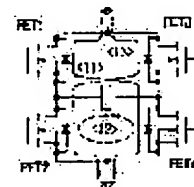
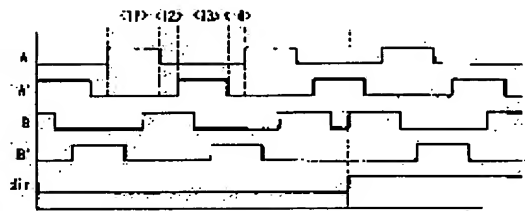
(72)Inventor : ATSUTA AKIO

(54) DRIVING DEVICE OF OSCILLATORY WAVE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make an effective driving of an oscillatory wave motor, etc., by shifting timings of switching directions of first frequency voltage and second frequency voltage of a driving means.

SOLUTION: An A and an A' phase of a switching circuit are 180° out of phase. The B-phase and B'-phase outputs lags A-phase and A'-phase switching pulses by 90° when a dir signal is L0 and lead by 90° when the dir signal is Hi. While A-phase and A'-phase waves are in a <11> state, FET's 1, 4 are turned ON and current flows as indicated by <11>. When the A phase and A'-phase waves comes to a <12> state, FET's 2, 4 are turned ON and electric charge of a piezoelectric element is discharged and thereby current flows as indicated by <12>. When the A-phase and A'-phase waves becomes a <13> state, FET's 2, 4 are turned ON and current flows as indicated by <13>. In a state of <14>, FET's 2, 4 are turned on and electric charge is discharged and thereby current flows reversely to the <12>. As a result, unnecessary power consumption is lessened and an oscillator can be driven stably.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-37572

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)IntCl.⁸

H 0 2 N 2/00

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 2 N 2/00

技術表示箇所

C

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平7-181372

(22)出願日 平成7年(1995)7月18日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 熱田 暁生

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

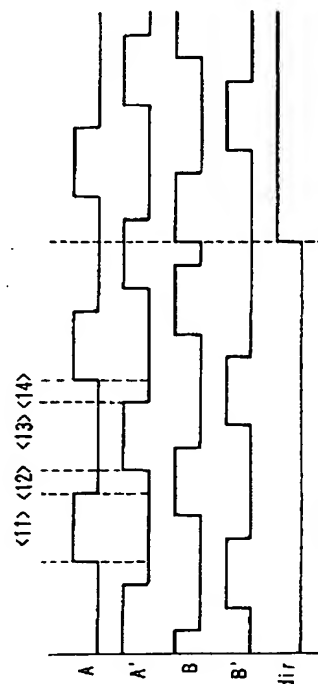
(74)代理人 弁理士 本多 小平 (外3名)

(54)【発明の名称】 振動波装置の駆動装置

(57)【要約】

【課題】 振動波モータを駆動する駆動回路に無駄な電力消費が生じる。

【解決手段】 電気-機械エネルギー変換素子に周波電圧を印加することにより振動弾性体に定在波を励起させる駆動手段を複数有し、該複数の駆動手段により励起される定在波の位相をずらして該振動弾性体に進行波を形成する振動波駆動装置において、該駆動手段は、電気-機械エネルギー変換素子に印加する周波電圧の方向が互いに異なる第1の周波電圧Aと第2の周波電圧A'とを出力すると共に、該第1の周波電圧Aと該第2の周波電圧A'との周波電圧の方向の切り換えタイミングをずらす。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電気-機械エネルギー変換素子に周波電圧を印加することにより振動弾性体に定在波を励起させる駆動手段を複数有し、該複数の駆動手段により励起される定在波の位相をずらして該振動弾性体に進行波を形成する振動波装置の駆動装置において、

該駆動手段は、電気-機械エネルギー変換素子に印加する周波電圧の方向が互いに異なる第 1 の周波電圧と第 2 の周波電圧とを出力すると共に、該第 1 の周波電圧と該第 2 の周波電圧との周波電圧の方向の切り換えタイミングをずらすことを特徴とする振動波装置の駆動装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、駆動手段は、第 1 の周波電圧と第 2 の周波電圧とをスイッチングパルス方式により出力し、出力するパルスのデューティを、50% デューティに対して印加する電気-機械エネルギー変換素子のチャージ電荷が放電するときの減衰応答曲線の $1/2$ 周期分以上小さくすることを特徴とする振動波装置の駆動装置。

【請求項 3】 請求項 1 において、駆動手段は、第 1 の周波電圧と第 2 の周波電圧とをスイッチングパルス方式により出力し、出力するパルスのデューティを、50% デューティに対して印加する電気-機械エネルギー変換素子のチャージ電荷が放電するときの減衰応答曲線の $1/2$ 周期分以上大きくすることを特徴とする振動波装置の駆動装置。

【請求項 4】 請求項 1 において、駆動手段は、第 1 の周波電圧と第 2 の周波電圧とをスイッチングパルス方式により出力し、出力する第 1 の周波電圧と第 2 の周波電圧のパルスの位相差を、 180 度から印加する電気-機械エネルギー変換素子のチャージ電荷が放電するときの減衰応答曲線の $1/2$ 周期分以上ずらすことを特徴とする振動波装置の駆動装置。

【請求項 5】 請求項 1、2、3 または 4 において、駆動手段は、第 1 の周波電圧と第 2 の周波電圧との切り換えを行うスイッチ素子と、前記スイッチ素子に設けた逆方向電流通過手段とを有することを特徴とする振動波装置の駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、振動波モータ等を駆動する振動波装置の駆動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 圧電素子等を取り付けて構成した振動体の表面に該圧電素子の圧電駆動により表面弾性波振動を発生させ、該振動体の振動エネルギーを連続的な機械運動に変換させる形式の振動波モータは本出願人によりカメラなどの光学機器用の駆動モータとして実用化されて以来、既に久しい。以下には本出願人により開発され且つ光学機器に搭載されている棒状振動波モータを本発明に関する一つの従来技術として説明する。

【0003】 図 11 は上記の棒状振動波モータの機械的構造図である。

【0004】 図 11 において、101 は棒状振動波モータの振動体であり、該振動体 101 は金属製の肉厚の円筒体から成る振動体本体の中間部分に円環状の圧電素子群を挟み込んで形成されたものであり、該圧電素子群に別々に互いに位相の異なる交流電圧を印加することにより該振動体 101 の先端面には局所的な楕円運動が発生されるようになっている。該振動体本体に挟み込まれている圧電素子は、該振動体 101 の先端面に該楕円運動を発生せしめるために第一及び第二の交流電圧が印加される A 相圧電素子群及び B 相圧電素子群と該振動体 101 の振動状態を検出するための振動検出用圧電素子 s とから成っている。

【0005】 102 は該振動体 101 の先端面に圧接されて該振動体の先端面の表面弾性波振動により回転される回転体（ロータ）、103 は該回転体 102 に結合されている出力ギア、である。

【0006】 なお、この振動波モータの動作原理はたとえば特開平 3-289375 号公報などにおいて開示されているので説明を省略する。

【0007】 上記振動体 101 の圧電素子部は、駆動用の A 相圧電素子 a1、a2、および B 相圧電素子 b1、b2 と、振動検出用圧電素子 s1 とから構成されている。このとき、A 相圧電素子 a1、a2 に挟まれた金属板（A-d）に A 相印加電圧、B 相圧電素子 b1、b2 に挟まれた金属板（B-d）に B 相印加電圧を加えることで該圧電素子が駆動される。また、このとき A 相圧電素子 a1、a2、および B 相圧電素子 b1、b2、の両外側は金属板（GND-d）により GND 電位になっている。このとき、a2、b1 間および b2、s1 間の金属板は振動体 101 を貫通している金属ボルト（不図示）に接触することで、GND 電位になっている。振動検出用圧電素子 s1 は同様に一方（図 11 の B 相側）は金属板（GND-d）により GND 電位になっており、その反対側の金属板（S-d）から信号を取り出すように構成されている。また、このとき振動検出用圧電素子 s1 の信号取り出し面側は、金属ブロックと接しているが、そのブロックは絶縁シートにより GND 電位から絶縁されている。よって振動検出用圧電素子 s1 からその振動に応じた出力電圧がそのまま得られる。そして、この電圧の大きさや駆動電圧との位相差などにより共振周波数などを求める。

【0008】 図 12 はこのような振動波モータの駆動回路を示したものである。2 は交番電圧を発生する発振器、3 は 90° 移相器、4、5 は該発振器 2 および移相器 3 からの交番電圧で電源電圧をスイッチングするスイッチング回路、6、7 はスイッチング回路 4、5 でスイッチングされたパルス電圧を増幅する昇圧コイルである。8 は駆動電極 A-d と振動検出電極 S-d の信号位

相違を検出する位相差検出器である。11は制御用マイコンであり、これにより駆動周波数の設定が行われ、その周波数で振動波モータが駆動される。このような超音波モータは圧電素子を使うため駆動電圧が高くなるという問題があった。この対策として図13に示すような構造にして圧電素子に印加する電圧の方向を交互に切り替えることで従来の電圧の半分で駆動できるという方法が考えられている。A-d、A'-dおよびB-d、B'-dは該圧電素子もしくは電歪素子に交番電圧を印加するための駆動電極である。

【0009】図14はこのような構造の振動波モータを用いたときの駆動回路を示したものである。

【0010】前記駆動回路に付いていた発振器2および移相器3は、制御用マイコン11の中にその機能を入れて、一つにまとめた。9、9'は、制御用マイコン11からの交番電圧をあるロジック部でスイッチングするスイッチング回路であり、4個のトランジスタTr1、Tr2、Tr3、Tr4及びTr1'、Tr2'、Tr3'、Tr4'から成り、夫々圧電素子の電極A相、A'相及びB相、B'相に接続している。制御用マイコン11はON-OFF信号、dir信号によりスイッチング回路9、9'の制御も行ふ。また、本従来例ではスイッチングされたパルス電圧を増幅する前記昇圧コイル6、7をなくし部品点数を減らしている。図15にスイッチング回路9、9'を構成するトランジスタのON-OFFのタイミング波形図を示す。図15のタイミングでスイッチングすると各駆動用圧電素子の表裏の電極には位相の180度ずれた信号が印加される。このとき振動体の駆動電極A-d、A'-dおよびB-d、B'-dには見かけ上電源電圧の2倍の電圧が印加されているかようになる。よって、従来の電圧の半分で駆動できるようになる（これをフローティング駆動と称す。）。図16は上記スイッチング回路9、9'の電圧および電流波形で、図17はその測定点①、②の位置を示す。

【0011】図16からわかるように電流は、スイッチングパルスが切り替わるときに大きく流れて回路で消費されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】従来例からわかるように前記駆動回路ではスイッチングパルスが切り替わるとき、電流が大きく流れるために回路で消費される電流が大きくなってしまふという問題がある。

【0013】本出願に係る発明の目的は、電力の消費を極力抑え、効率的に振動波モータ等を駆動できる振動波装置の駆動装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本出願に係る発明の目的を実現する第1の構成は、電気-機械エネルギー変換素子に周波電圧を印加することにより振動弾性体に定在波を励起させる駆動手段を複数有し、該複数の駆動手段に

より励起される定在波の位相をずらして該振動弾性体に進行波を形成する振動波装置の駆動装置において、該駆動手段は、電気-機械エネルギー変換素子に印加する周波電圧の方向が互いに異なる第1の周波電圧と第2の周波電圧とを出力すると共に、該第1の周波電圧と該第2の周波電圧との周波電圧の方向の切り換えタイミングをずらすことを特徴とする。

【0015】本出願に係る発明の目的を実現する第2の構成は、請求項1において、駆動手段は、第1の周波電圧と第2の周波電圧とをスイッチングパルス方式により出力し、出力するパルスのデューティを、50%デューティに対して印加する電気-機械エネルギー変換素子のチャージ電荷が放電するときの減衰応答曲線の1/2周期分以上小さくすることを特徴とする。

【0016】本出願に係る発明の目的を実現する第3の構成は、請求項1において、駆動手段は、第1の周波電圧と第2の周波電圧とをスイッチングパルス方式により出力し、出力するパルスのデューティを、50%デューティに対して印加する電気-機械エネルギー変換素子のチャージ電荷が放電するときの減衰応答曲線の1/2周期分以上大きくすることを特徴とする。

【0017】本出願に係る発明の目的を実現する第4の構成は、請求項1において、駆動手段は、第1の周波電圧と第2の周波電圧とをスイッチングパルス方式により出力し、出力する第1の周波電圧と第2の周波電圧のパルスの位相差を、180度から印加する電気-機械エネルギー変換素子のチャージ電荷が放電するときの減衰応答曲線の1/2周期分以上ずらすことを特徴とする。

【0018】本出願に係る発明の目的を実現する第5の構成は、請求項1、2、3または4において、駆動手段は、第1の周波電圧と第2の周波電圧との切り換えを行うスイッチ素子と、前記スイッチ素子に設けた逆方向電流通過手段とを有することを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】

（第1の実施の形態）図1に、第1の実施の形態の駆動回路のブロック図を示す。従来例と同じ構成部分には同じ符号を付し、その説明を省略してある。

【0020】本実施の形態では、スイッチング回路10、10'はスイッチング素子に従来のトランジスタからON抵抗の小さいFETに変更している。また、各FETには逆方向電流通過用ダイオードが設けられている。このダイオードを設けることで逆方向電流によるFETの破損を避けている。

【0021】図2にスイッチング回路10、10'の出力のON-OFFのタイミング波形図を示す。スイッチング回路10を構成するFET1、FET2、FET3、FET4はA相信号がHiのときFET1がONし、FET2がOFFする。A相信号がLoのときFET2がONし、FET1がOFFする。同様にA'相信

号がHiのときFET3がONし、FET4がOFFする。A'相信号がLoのときFET4がONし、FET3がOFFする。このようにしてスイッチング動作を繰り返している(B相、B'相についても同様)。また、図2においてA相およびA'相は $duty=3/8$ で180度位相がずれている。dir信号がLoのときスイッチング回路10'のB相、B'相の出力はA相、A'相のスイッチングパルスに対してそれぞれ90度位相が遅れている。逆にdir信号がHiのときスイッチング回路10'のB相、B'相出力はA相、A'相のスイッチングパルスに対してそれぞれ90度位相が進んでいる。

【0022】図3は上記スイッチング回路10の電圧および電流波形で、図4はその測定点①、②の位置を示す。図3(a)からわかるように従来例の図16における①の電流波形に比べ、ピーク値が減少していることがわかる。また、図3(b)では測定点②の電流波形にあるピーク値の高い電流が測定点①には現れていないことがわかる。

【0023】この現象を図2、図5で説明する。まず、図2において、A相、A'相波形が<11>の状態であるとFET1、FET4がONし、図5の<11>のように電流が流れる。次に、図2において、A相、A'相波形が<12>の状態になるとFET2、FET4がONになり、このとき圧電素子に充電されていた電荷が放電し、図5の<12>のように電流が流れる。このときFET4には逆方向に電流が流れるが、該逆方向電流通過用ダイオードを通過していくので問題ない。次に、図2において、A相、A'相波形が<13>の状態になり、FET2、FET3がONし、図5の<13>のように電流が流れる。次に、図2において、A相、A'相波形が<14>の状態になると、FET2、FET4がONになり、このとき、圧電素子に充電されていた電荷が放電し図5の<12>と逆の方向に電流が流れる。以上が一周期の動作であり、波形<12>、<14>の状態の時は電源から電流は供給されてない。すなわちその期間電力が消費されてないということがわかる。よって、回路の電力消費を減らすことができ、回路効率をUPすることができる。ちなみに、B相圧電素子も同様にして回路効率をUPしている。

【0024】本実施の形態では、スイッチングパルスのパルス幅を $3/8$ (37.5%)にしているがパルス幅を50%に近づけていった場合、50%からのずれ量がチャージされた電荷が放電するときの減衰応答曲線の1/2周期分の時間以下になると急激に消費電力が増えた。よって、パルス幅は50%より該1/2周期分の時間減らした大きさ以下にすることが望ましい。

【0025】(第2の実施の形態)図6に本発明の第2の実施の形態のときのスイッチング回路10、10'を構成するFETのON-OFFのタイミング波形図を示す。駆動回路は図1と同じである。図6において、A相およびA'相は $duty=5/8$ で180度位相がずれている。また、dir信号がLoのときスイッチング回路10'のB相、B'相の出力はA相、A'相のスイッチングパルスに対してそれぞれ90度位相が遅れている。逆にdir信号がHiのときスイッチング回路10'のB相、B'相の出力はA相、A'相のスイッチングパルスに対してそれぞれ90度位相が進んでいる。

図6において、A相およびA'相は $duty=5/8$ で180度位相がずれている。また、dir信号がLoのときスイッチング回路10'のB相、B'相の出力はA相、A'相のスイッチングパルスに対してそれぞれ90度位相が遅れている。逆にdir信号がHiのときスイッチング回路10'のB相、B'相の出力はA相、A'相のスイッチングパルスに対してそれぞれ90度位相が進んでいる。

【0026】図7は上記スイッチング回路10の電圧および電流波形で、測定点は図4と同じである。図6からわかるように従来例の図16における①の電流波形に比べピーク値が減少していることがわかる。また、図7(b)における②の電流波形にあるピーク値の高い電流が図7(a)の波形①には現れていないことがわかる。この現象を図6、図8で説明する。まず、図6のA相、A'相波形<11>の状態だと、FET1、FET4がONし、図8の<11>のように電流が流れる。次に、図6の<15>の状態になると、FET1、FET3がONになり、このとき圧電素子に充電されていた電荷が放電し図7の<15>のように電流が流れる。このとき、FET1には逆方向に電流が流れるが該逆方向電流通過用ダイオードを通過していくので問題ない。次に、図6<13>の状態になり、FET2、FET3がONし図8の<13>のように電流が流れる。次に、図6の<16>の状態になるとFET1、FET3がONになり、このとき圧電素子に充電されていた電荷が放電し図8の<15>と逆の方向に電流が流れる。以上が一周期の動作であり、波形<15>、<16>の状態の時は電源から電流は供給されてない。すなわちその期間電力が消費されてないということがわかる。よって、回路の消費を減らすことができ、回路効率をUPすることができる。ちなみに、B相圧電素子も同様にして回路効率をUPしている。

【0027】本実施の形態では、スイッチングパルスのパルス幅を $5/8$ (62.5%)にしているが、パルス幅を50%に近づけていった場合、50%からのずれ量がチャージされた電荷が放電するときの減衰応答曲線の1/2周期分の時間以下になると急激に消費電力が増えた。よって、パルス幅は50%より該1/2周期分の時間増やした大きさ以上にすることが望ましい。

【0028】(第3の実施の形態)図9に本発明の第3の実施の形態のときのスイッチング回路10、10'を構成するFETのON-OFFのタイミング波形図を示す。駆動回路は図1と同じである。図9においてA相およびA'相は $duty=50\%$ で225度位相がずれている。また、dir信号がLoのときスイッチング回路10'のB相、B'相の出力はA相、A'相のスイッチングパルスに対してそれぞれ90度位相が遅れている。逆にdir信号がHiのときスイッチング回路10'のB相、B'相の出力はA相、A'相のスイッチングパルスに対してそれぞれ90度位相が進んでいる。

スに対してそれぞれ90度位相が進んでいる。

【0029】図9の動作でスイッチングしたときの電流の経路を図9、図10で説明する。まず、図9の<11>の状態だと、FET1、FET4がONし、図10の<11>のように電流が流れる。次に、図9の<17>の状態になると、FET2、FET4がONになり、このとき圧電素子に充電されていた電荷が放電し、図10の<17>のように電流が流れる。このとき、FET4には逆方向に電流が流れるが該逆方向電流通過用ダイオードを通過していくので問題ない。次に、図9の<13>の状態になり、FET2、FET3がONし図10の<13>のように電流が流れる。次に、図9の<18>の状態になるとFET1、FET3がONになり、このとき圧電素子に充電されていた電荷が放電し、図10の<18>のように電流が流れる。このときFET2には逆方向に電流が流れるが該逆方向電流通過用ダイオードを通過していくので問題ない。これが一周期の動作であり、図10中、<17>、<18>の状態の時は電源から電流は供給されない。すなわちその期間電力が消費されない。よって、回路の消費を減らすことができ、回路効率をUPすることができる。また、本実施の形態ではパルス幅を変えるのではなく、 $duty=50\%$ で、A相、A'相の位相をずらしている。この方法だと第1及び第2の実施の形態に比べ回路構成を簡単にできる。また、本実施の形態ではスイッチングパルスのパルスを180度に対し45度ずらしているが、ずらす量を0度に近づけていった場合、0度からのずれ量がチャージされた電荷が放電するときの減衰応答曲線の1/2周期分の時間以下になると急激に消費電力が増えた。よって、ずらす量は該1/2周期分の時間以上にすることが望ましい。ちなみに、B相圧電素子も同様にして回路効率をUPしている。

【0030】以上の実施の形態は棒状振動波モータについて述べてきたが棒状以外のタイプの振動波モータでも実施できる。また、上記の実施の形態で振動波モータに用いた圧電素子を積層圧電素子にすることで、より低電圧で振動波モータを駆動することが可能となり、モータドライバの耐電圧も低いものを用いることができる。

【0031】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、圧電素子等の電気-機械エネルギー変換素子に印加方向が異なる周波電圧を印加することにより、振動子の低電圧駆動等を可能とする振動波駆動装置において、第1の周波電圧と第2の周波電圧とを方向切り換えの際の回路内での無駄な電力消費が低減し、振動子の安定した駆動が実現すると共に、電源電池の寿命を長くすることができる。

【0032】請求項2に記載の発明によれば、振動子を高周波数から低周波数に向けて周波数を変化させて起動の駆動を行う場合等では、無駄な電力消費が低減される。

【0033】請求項3に記載の発明によれば、振動子を低周波数から高周波数に向けて周波数を変化させる駆動の場合等では、無駄な電力消費が低減される。

【0034】請求項4に記載の発明によれば、第1の周波電圧と第2の周波電圧の位相差を、180度から印加する電気-機械エネルギー変換素子のチャージ電荷が放電するときの減衰応答曲線の1/2周期分以上ずらせば、無駄な電力消費が低減される。

【0035】請求項5に記載の発明によれば、スイッチ素子の破損を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本出願に係る発明の第1の実施の形態の回路ブロック図。

【図2】図1のスイッチング回路部のON-OFFタイミング波形図。

【図3】図2のタイミングでスイッチングしたときに回路に流れる電流波形図。

【図4】図3の電流波形の測定点を示す図。

【図5】図2のタイミングでスイッチングしたときに回路に流れる電流の経路を示す回路図。

【図6】本発明の第2の実施の形態のときの図1のスイッチング回路部のON-OFFタイミング波形図。

【図7】図6のタイミングでスイッチングしたときに回路に流れる電流波形図。

【図8】図6のタイミングでスイッチングしたときに回路に流れる電流の経路を示す図。

【図9】本出願に係る発明の第3の実施の形態のときの図1のスイッチング回路部のON-OFFタイミング波形図。

【図10】図6のタイミングでスイッチングしたときに回路に流れる電流の経路を示す図。

【図11】従来例の棒状振動波モータの機械的構造図およびそこに構成されている圧電素子の電圧供給および出力電圧の取り出しの配線図。

【図12】従来例の回路のブロック図。

【図13】従来の棒状振動波モータでフローティング駆動するときの棒状振動波モータの機械的構造図およびそこに構成されている圧電素子の電圧供給および出力電圧の取り出しの配線図。

【図14】従来の棒状振動波モータでフローティング駆動するときの回路のブロック図。

【図15】図14のスイッチング回路部のON-OFFタイミング波形図。

【図16】図15のタイミングでスイッチングしたときに回路に流れる電流波形図。

【図17】図16の電流波形の測定点を示す回路図。

【符号の説明】

2…発振器	3…移相器
4、5…スイッチング回路	6、7…昇圧コイル

8…位相差検出器

9, 9', 10, 10'…スイッチング回路

11…制御用マイコン

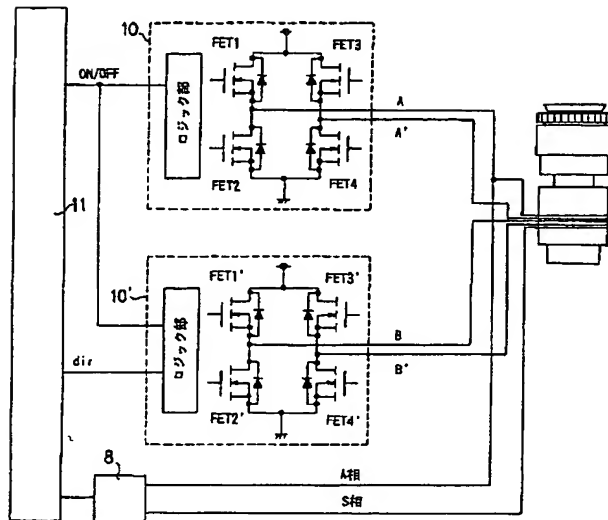
A-d, A'-d, B-d, B'-d…駆動用電極

101…超音波モータの振動体

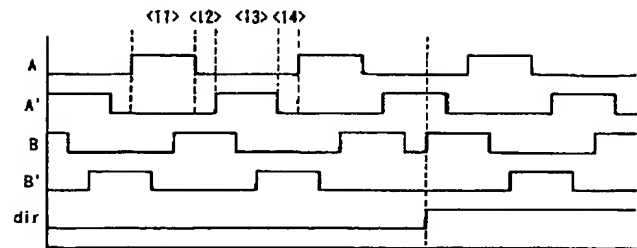
102…移動体

103…出力ギア

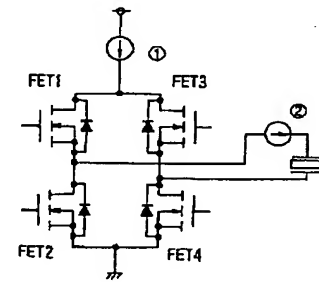
【図 1】



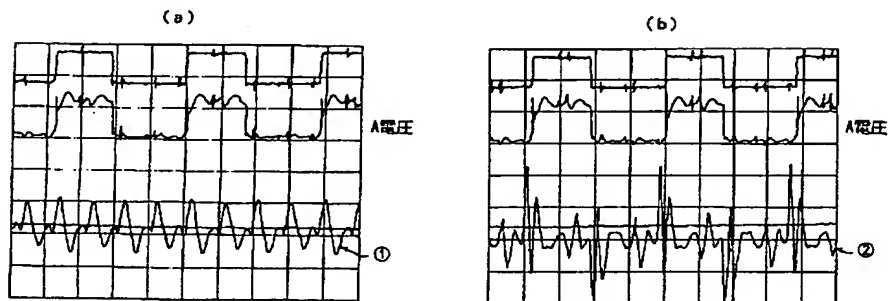
【図 2】



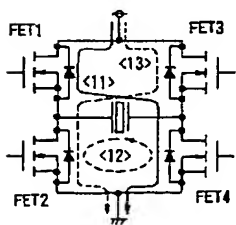
【図 4】



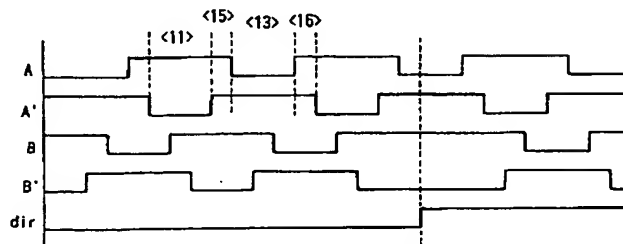
【図 3】



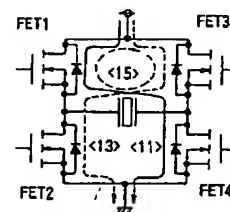
【図 5】



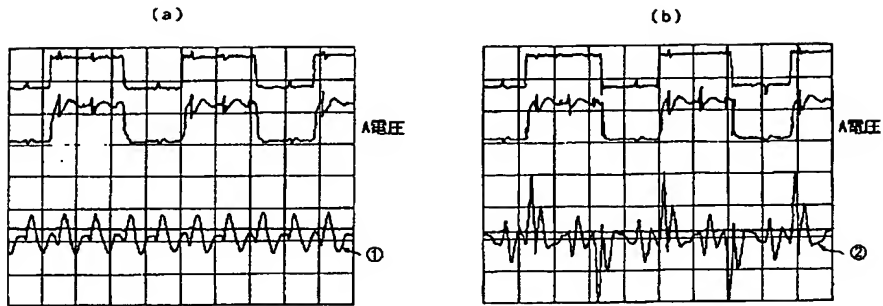
【図 6】



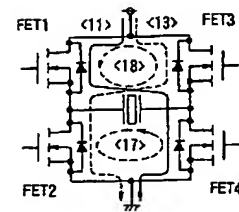
【図 8】



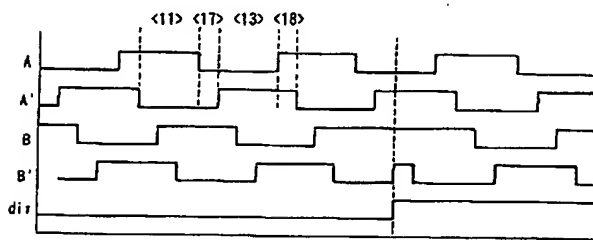
【図 7】



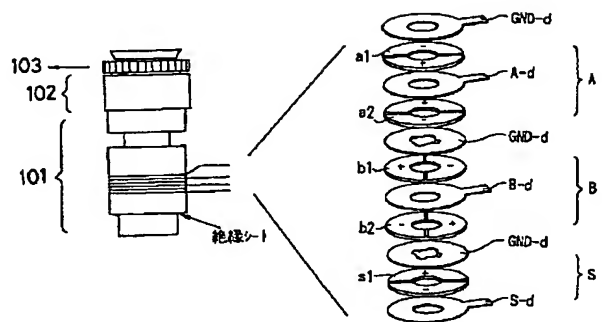
【図 10】



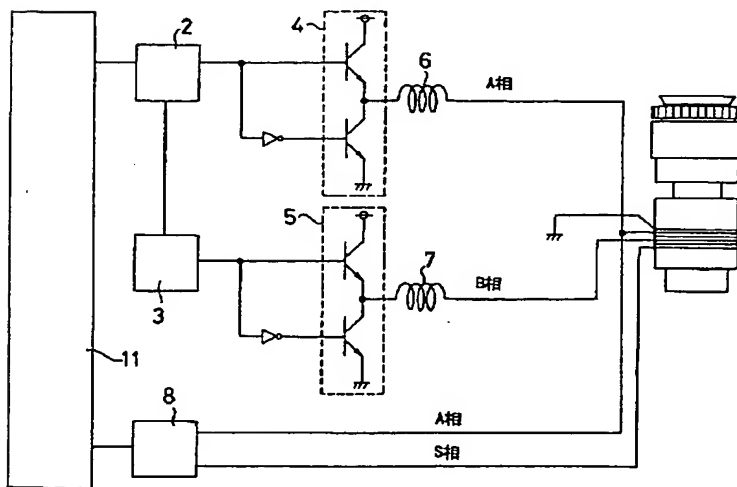
【図 9】



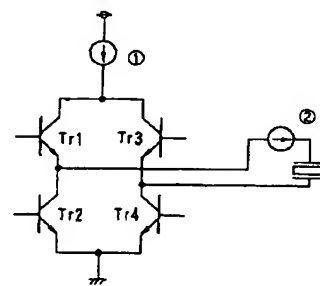
【図 11】



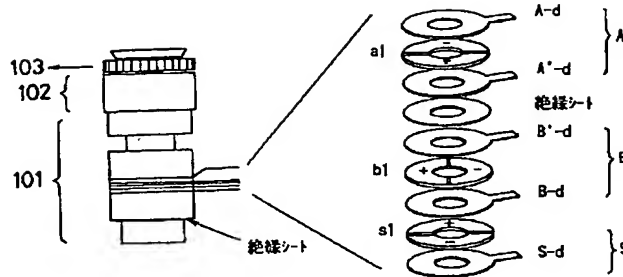
【図 12】



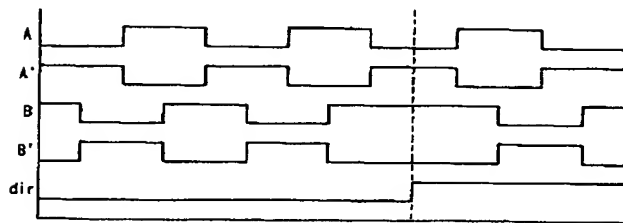
【図 17】



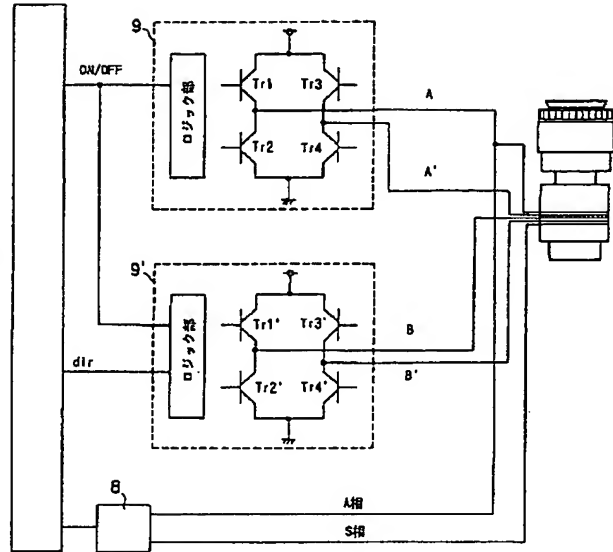
【図13】



【図15】



【図14】



【図16】

